

Lighting device for intensive illumination of an examining and working zone of small area

Patent number: DE3641910
Publication date: 1987-11-12
Inventor: STEINECKE WOLFHART (DE); WEISSENFELS
DIETER (DE)
Applicant: STEINECKE WOLFHART (DE); WEISSENFELS
DIETER DIPL VOLKSW (DE); BERTH MAYER KG GES
FUER VERMOE (DE)
Classification:
- international: *F21V8/00; G02B6/36; F21V8/00; G02B6/36; (IPC1-7):*
F21V21/26; F21S1/00; A61B1/06; F21S5/00; F21V8/00
- european: G02B6/00L4; G02B6/36B
Application number: DE19863641910 19861208
Priority number(s): DE19863641910 19861208; DE19853543352 19851207

Report a data error here

Abstract of DE3641910

Published without abstract.

Data supplied from the esp@cenet database - Worldwide

①⑨ BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENTAMT

⑫ **Offenlegungsschrift**
⑪ **DE 3641910 A1**

②① Aktenzeichen: P 38 41 910.9
②② Anmeldetag: 8. 12. 86
④③ Offenlegungstag: 12. 11. 87

⑥① Int. Cl. 4:
F21 S 1/00
F 21 S 5/00
F 21 V 8/00
A 61 B 1/06
// F21V 21/26

Behördeneigenthum

DE 3641910 A1

③⑩ Innere Priorität: ③② ③③ ③①
07.12.85 DE 35 43 352.3

⑦① Anmelder:
Steinecke, Wolfhart, 7120 Bietigheim-Bissingen, DE;
Weißenfels, Dieter, Dipl.-Volksw., 7107 Bad
Wimpfen, DE; Berth. Mayer KG Gesellschaft für
Vermögensverwaltung, 7108 Möckmühl, DE

⑦④ Vertreter:
Jeser, J., Dipl.-Phys. Dr.rer.nat.; Müller, H.,
Dipl.-Ing., Pat.-Anw., 7100 Heilbronn

⑦② Erfinder:
Steinecke, Wolfhart, 7120 Bietigheim-Bissingen, DE;
Weißenfels, Dieter, Dipl.-Volksw., 7107 Bad
Wimpfen, DE

Rechercheantrag gem. § 43 Abs. 1 Satz 1 PatG ist gestellt

⑤④ Beleuchtungseinrichtung für eine intensive Beleuchtung eines kleinflächigen Untersuchungs- und Arbeitsfeldes

DE 3641910 A1

Patentansprüche

1. Beleuchtungseinrichtung für eine intensive Beleuchtung eines kleinflächigen Untersuchungs- und Arbeitsfeldes bei zahnmedizinischen Untersuchungen und Behandlungen, mit einer flexiblen faseroptischen Lichtleiter-Anordnung, mittels welcher ein von einer Lichtquelle hoher Leuchtdichte ausgehender Lichtstrom auf das Beleuchtungsfeld gerichtet wird, wobei ein Bündel optischer Fasern an einem Träger gehalten ist, mittels dessen das Austrittsende des Faserbündels der Lichtleiter-Anordnung in die jeweils günstigste Position und Orientierung bringbar ist und in diesen gehalten werden kann, und mit einem optischen Bündelungssystem zur Einstellung des Öffnungswinkels, gekennzeichnet durch die folgenden Merkmale:

- a) als Lichtquelle (19) ist eine Hochdruck-Metallampf-Entladungslampe vorgesehen, die einen Lichtstrom von mindestens 20 000 lm erzeugt und im Korpus (21) eines für die Arbeitsraum-Beleuchtung vorgesehenen Indirekt-Strahlers (14) angeordnet ist;
- b) außerhalb desjenigen Raumwinkel-Teilbereiches, in welchen das für die indirekte Raumbeleuchtung von der Lichtquelle (19) erzeugte Licht abgestrahlt wird, ist eine Licht-Kopplungseinrichtung (16) an dem Indirekt-Strahler (14) angeordnet, mittels welcher mindestens 2% des von der Lichtquelle (19) ausgesandten Gesamtlichtstromes in die Lichtleiter-Anordnung (34) einkoppelbar sind;
- c) das Licht-Bündelungssystem (18) ist als ein vergrößerndes Abbildungssystem mit einstellbarem Vergrößerungsverhältnis ausgebildet, dessen Eingangsapertur gleich der Austrittsapertur der Lichtleiter-Anordnung (34) ist, wobei das Licht-Bündelungssystem eine Mindest-Linearvergrößerung von 10 vermittelt und ein vergrößertes Bild des Austrittsendes (62) der Lichtleiter-Anordnung erzeugt.

2. Beleuchtungseinrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Licht-Einkopplungseinrichtung (16) als ein Abbildungssystem ausgebildet ist, das am Ort des einkoppelseitigen Endes (38) der faseroptischen Lichtleiter-Anordnung (38) in einem Abbildungsmaßstab von 0,75:1 bis 1,25:1, vorzugsweise im Maßstab 1:1 ein Bild des leuchtenden Fleckes (106) der Lichtquelle (19) erzeugt.

3. Beleuchtungseinrichtung nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß der Bündelquerschnitt am einkoppelseitigen Bündelende (38) nach Form und Größe dem mittels der Licht-Einkopplungseinrichtung (16) in der Ebene des Bündelendes (38) erzeugten Bildes des leuchtenden Fleckes (106) entspricht.

4. Beleuchtungseinrichtung nach Anspruch 2 oder Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß bei langgestreckt faden- oder säulenförmiger Ausbildung des leuchtenden Fleckes (106) der Lichtquelle (19) für das Abbildungselement (36; 119) eine mit einer ausgeprägten astigmatischen Bildverzerrung behaftete Anordnung vorgesehen ist, und daß das Faserbündel-Ende (38) in demjenigen Abstand von dem jeweiligen Abbildungselement angeordnet ist, in dem die astigmatische Bildverzerrung zu einem

mindestens annähernd kreisscheibenförmigen Bildfleck führt.

5. Beleuchtungseinrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche 2 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß die Lichtquelle (19) in einem vertikalen Abstand vom Boden (23) des Korpus (21) des Indirekt-Strahlers (14) angeordnet ist, und daß als Abbildungselement mindestens ein seitlich von der Lichtquelle (19) angeordneter Hohlspiegel (119) vorgesehen ist, der im Bereich zwischen der Lichtquelle (19) und dem Boden (23) des Korpus (21) das Bild des leuchtenden Fleckes (106) der Lichtquelle (19) erzeugt (Fig. 5a).

6. Beleuchtungseinrichtung nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß in symmetrischer Anordnung bezüglich der Längsmittlebene (28) des Indirekt-Strahlers (14) bzw. der Längsachse (27) der Lichtquelle (19) mindestens zwei Hohlspiegel (119) vorgesehen sind, deren Abbildungs-Lichtbündel (121', 122', 123') direkt oder über einen Umlenkspiegel (126) auf das Eintrittsende (37' bzw. 37'') je eines Faser-Teilbündels (34' bzw. 34'') der Lichtleiteranordnung (34) gerichtet sind (Fig. 5a).

7. Beleuchtungseinrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Licht-Einkopplungseinrichtung (16) mindestens ein linsenoptisches System (36) als Abbildungselement umfaßt, dessen zentrale Achse die Längsachse (27) der Lichtquelle (19) rechtwinklig kreuzt.

8. Beleuchtungseinrichtung nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, daß die zentrale Achse des linsenoptischen Abbildungssystems (36) in der Längsmittlebene (42') der Licht-Einkopplungseinrichtung (16) liegt (Fig. 5c).

9. Beleuchtungseinrichtung nach Anspruch 7 oder Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, daß das linsenoptische Abbildungssystem (36) eine Abbildung in einem Maßstab um 1:1 vermittelt.

10. Beleuchtungseinrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Lichtleiter-Anordnung (34) als ein mehrarmiges Faserkabel (134) ausgebildet ist, in dem Faserbündel (34) zusammengefaßt sind, deren Endabschnitte (38'') radial zur Längsachse (27) des leuchtenden Fleckes (106) der Lichtquelle (19) orientiert sind (Fig. 6a).

11. Beleuchtungseinrichtung nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, daß die Faserbündel (34) bei kreisrunder Querschnittsform einen Durchmesser von mindestens 8 mm, vorzugsweise von 10 mm, haben, und daß der radiale Abstand der Bündelenden (38) vom leuchtenden Fleck (106) der Lichtquelle (19) bzw. von einem diese umgebenden Schutzkolben (111) höchstens dem dreifachen Wert bzw. dem Wert des Bündeldurchmessers entsprechen (Fig. 6a).

12. Beleuchtungseinrichtung nach Anspruch 10 oder Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, daß die Endabschnitte (38') der Faserbündel (34) in Metallhülsen (127) gefaßt sind, die in einen aus einem gut wärmeleitenden Material bestehenden Kühlkörper (129) eingesetzt sind, der großflächig mit dem seinerseits aus einem Material mit guter Wärmeleitfähigkeit bestehenden Korpus (21) des Indirekt-Strahlers (14) verbunden ist.

13. Beleuchtungseinrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß das austrittsseitige Ende (62) der faseroptischen Lichtleiter-Anordnung (34) eine der Form

des Beleuchtungsfeldes (12) entsprechende Querschnittsform hat.

14. Beleuchtungseinrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die Lichtleiter-Anordnung mehrere Faserbündel umfaßt, dadurch gekennzeichnet, daß die austrittsseitigen Endabschnitte (66) der Teilbündel (34) des Faserkabels (134) in einer gemeinsamen Endhülse (136) in dichter Packung gefaßt sind, innerhalb derer die Fasern der einzelnen Teilbündel nebeneinander angeordnete Querschnittsbereiche (134', 134'', 134''') einnehmen (Fig. 6c).

15. Beleuchtungseinrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß als Träger der Lichtleiter-Anordnung (34) ein Gelenkarm (44) vorgesehen ist, der mittels eines Drehstückes (43) am Korpus (21) des Indirekt-Strahlers (14) um eine vertikale Achse (42) drehbar gelagert ist und zwei langgestreckte Armelemente (46 und 48) umfaßt, die über ein Schwenkgelenk (51) miteinander gekoppelt sind, in dessen Schwenkbereich die beiden Armelemente (46 und 48) — in jeder Stellung des Gelenkarmes (44) — sowohl in parallele Anlage aneinander als auch in gestreckte Position gebracht werden können, wobei das obere Armelement (46) um eine horizontale Achse (47) an dem Drehstück (43) schwenkbar gelagert ist, dessen Schwenkbereich zwischen horizontalen Endstellungen des oberen Armelements (46) 180° beträgt, das am freien Ende des unteren Armelements (48), um dessen Längsachse (53) drehbar ein weiteres Drehstück (54) gelagert ist, und daß an diesem Drehstück (54), um eine zu dessen zentraler Achse bzw. der Längsachse (53) des unteren Armelements (48) rechtwinklig verlaufende Achse (57) schwenkbar das Licht-Bündelungssystem (18) angeordnet ist, das seinerseits zwischen bezüglich der Längsachse (53) rechtwinkligen Endstellungen um 180° schwenkbar ist.

16. Beleuchtungseinrichtung nach Anspruch 15, dadurch gekennzeichnet, daß die Gelenkreibung der Schwenkgelenke (40, 51 und 56) sowie des das untere Drehstück (54) mit dem unteren Armelement (48) koppelnden Drehgelenkes (59) des Gelenkarmes (44) auf den jeweils eine reibungsschlüssige Fixierung der Gelenkarm-Position insgesamt vermittelnden Wert einstellbar ist.

17. Beleuchtungseinrichtung nach Anspruch 15 oder Anspruch 16, dadurch gekennzeichnet, daß der austrittsseitige Endabschnitt (66) der faseroptischen Lichtleiter-Anordnung (34) um seine Längsachse drehbar an dem Gehäuse (63; 153) des Licht-Bündelungssystems (18) gelagert ist.

18. Beleuchtungseinrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche 15 bis 17, dadurch gekennzeichnet, daß der Drehbereich des Gelenkarmes (44) um die vertikale Achse (42) sowie des unteren Drehstückes (59) auf jeweils höchstens 360° beschränkt sind.

19. Beleuchtungseinrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß das Licht-Bündelungssystem (18) als ein linsenoptisches System mit variabler Brennweite ausgebildet ist.

20. Beleuchtungseinrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche 1 bis 18, dadurch gekennzeichnet, daß das Licht-Bündelungssystem (18) als ein Spiegeloptisches System mit zwei in einem

Z-Strahlengang angeordneten Hohlspiegeln (137 und 138) ausgebildet ist, wobei der eintrittsseitige Hohlspiegel (137) eine Zwischenabbildung des Faserbündel-Endes (62) in einem Maßstab um 1:1 vermittelt und der austrittsseitige Hohlspiegel (138) ein vergrößertes Bild des Zwischenbildes (143) entwirft (Fig. 7).

21. Beleuchtungseinrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß am Austrittsfenster des Licht-Bündelungssystems (18) Halterungen für Filterelemente vorgesehen sind, mittels derer die Farbtemperatur und/oder ein definierter Polarisationszustand des auf das Beleuchtungsfeld (12) auftreffenden Lichtstromes einstellbar sind.

Beschreibung

Die Erfindung betrifft eine Beleuchtungseinrichtung für eine intensive Beleuchtung eines kleinflächigen Untersuchungs- und Arbeitsfeldes bei zahnmedizinischen Untersuchungen und Behandlungen, mit einer flexiblen, faseroptischen Lichtleiter-Anordnung, mittels welcher ein von einer Lichtquelle hoher Leuchtdichte ausgehender Lichtstrom auf das Beleuchtungsfeld gerichtet wird, und mit den weiteren, im Oberbegriff des Patentanspruchs 1 genannten, gattungsbestimmenden Merkmalen.

Bekannte Beleuchtungseinrichtungen dieser Art sind als z.B. an einem Behandlungsstuhl oder an einem fahrbaren Gestell oder ortsfest an einer Wand montierte Beleuchtungsgeräte ausgebildet, die eine eigene, in einem Gehäuse untergebrachte Lichtquelle haben, von der mittels eines Bündels optischer Fasern ein Lichtstrom, dessen Öffnungswinkel mittels eines Kollimators einstellbar ist, auf das Beleuchtungsfeld gerichtet wird, wobei das Faserbündel an einem gelenkigen Träger gehalten ist oder durch einen biegbaren Metallschlauch, einen sogenannten Schwanenhals, geführt ist, der, wenn er durch Verbiegen, was mit mäßiger Kraft möglich ist, in eine bestimmte Stellung bzw. Orientierung gebracht ist, in dieser Stellung stehen bleibt. Um die im Beleuchtungsfeld erforderliche hohe Beleuchtungsstärke von 20 000 lx oder mehr zu erzielen, werden als Lichtquellen spezielle Lampen, z.B. Halogen-Lampen, verwendet, die eine elektrische Aufnahmeleistung von 100 bis 150 Watt haben und Lichtströme von einigen tausend lm mit einer Farbtemperatur um 3 000° K erzeugen.

Derartige Beleuchtungseinrichtungen sind mit zumindest den folgenden Nachteilen behaftet:

für Halogen-Lampen, die in der Regel als Niedervolt-Lampen ausgebildet sind, wird ein eigenes Spannungs-Versorgungsgerät benötigt, was mit zusätzlichen Kosten verbunden ist. Dasselbe gilt sinngemäß, wenn als Lichtquelle eine Gasentladungslampe verwendet wird, die mit hoher Spannung gezündet werden muß. Die Lampe muß weiter in einem den Lichtstrom nach außen abschirmenden Gehäuse untergebracht sein, um Blendwirkungen im Raum zu vermeiden. Dieses Gehäuse muß außerdem mit einem Kühllüfter versehen sein, damit die in dem geschlossenen Gehäuse anfallende Wärme zuverlässig abgeführt und eine Beschädigung der Lampe durch zu starke Erhitzung vermieden werden kann. Ein solcher Kühllüfter verursacht aber nicht nur störende Geräusche, sondern bedingt auch erhebliche Luftbewegungen, die insbesondere dann, wenn das Beleuchtungsgerät in unmittelbarer Nähe eines Behandlungsstuhles aufgestellt wird, für den behandelnden Arzt

wie für den Patienten gleichermaßen unangenehm sein können. Es kommt hinzu, daß die Farbtemperatur des von der zusätzlichen Lichtquelle emittierten Lichtes in der Regel von derjenigen des für die Raumbeleuchtung ausgenutzten Lichtes deutlich verschieden sein wird, was zu Fehlentscheidungen bei der unter Raumbeleuchtungsverhältnissen erfolgenden Wahl der farblichen Tönung des für eine Zahnfüllung zu verwendenden Plombenmaterials führen kann, mit der Folge, daß eine exakte farbliche Abstimmung des Ersatzmaterials auf die Zahnfarbe eines Patienten, trotz der hohen Beleuchtungsstärke im Beleuchtungsfeld, erschwert wird.

Aufgabe der Erfindung ist es daher, eine Beleuchtungseinrichtung der eingangs genannten Art zu schaffen, die mit geringem technischem Aufwand realisierbar ist und Unterschiede der Farbtemperatur des für die Raumbeleuchtung und für die Arbeitsfeldbeleuchtung ausgenutzten Lichtes auf ein tolerierbares Minimum reduziert.

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß durch die im kennzeichnenden Teil des Patentanspruchs 1 genannten Merkmale gelöst.

Durch die hiernach vorgesehene Abzweigung des für die Arbeitsfeldbeleuchtung ausgenutzten Lichtstromes vom Ausgangslichtstrom einer für die Raumbeleuchtung vorgesehenen Hochdruck-Metallampf-Entladungslampe wird erreicht, daß die Farbtemperatur des für die Beleuchtung des Arbeitsfeldes ausgenutzten Lichtes, abgesehen von geringfügigen Beeinflussungen durch die optischen Fasern, durch die der abgezwigte Lichtstrom geleitet wird, in sehr guter Näherung mit der Farbtemperatur des von der Lichtquelle in den Raum abgestrahlten Lichtstroms übereinstimmt. Der Einfluß des Fasermaterials auf die Lichttemperatur des durch die Fasern geleiteten Lichtes kann jedoch durch die Wahl eines Faser-Materials, das im gesamten sichtbaren Spektralbereich eine annähernd konstante Dämpfung aufweist, weitgehend eliminiert werden. Da als Lichtquelle eine ohnehin für die Raumbeleuchtung vorhandene Lampe ausgenutzt wird, ergibt sich, verglichen mit der bekannten Beleuchtungseinrichtung eine erhebliche Verminderung des technischen Aufwandes, da eine Lichtquelle gleichsam "eingespart" wird und auch keinerlei zusätzliche Spannungsversorgung und daraus resultierender Aufwand getrieben werden muß. Da der für die Arbeitsfeld-Beleuchtung benötigte Teillichtstrom aus einem Raumwinkelbereich des Strahlungsfeldes der Lichtquelle abgezweigt wird, der für die Raumbeleuchtung ohnehin nicht, zumindest nicht nennenswert, genutzt werden kann, ist mit der Nutzung dieses Raumwinkelbereiches für die Arbeitsfeld-Beleuchtung auch keinerlei Beeinträchtigung der Raumbeleuchtung verbunden.

Die durch die Merkmale des Anspruchs 2 angegebene Art der Einkopplung des für die Arbeitsfeld-Beleuchtung ausgenutzten Teillichtstromes in die faseroptische Lichtleiter-Anordnung hat den Vorteil, daß hierzu erforderliche Abbildungselemente in relativ großem Abstand von der Lichtquelle innerhalb der Raum-Beleuchtungseinrichtung angeordnet werden können, so daß sie keiner nennenswerten Wärmebelastung ausgesetzt sind und dennoch ein großer Raumwinkel-Bereich für die Lichteinkopplung in die Lichtleiter-Anordnung zur Verfügung steht.

Die Gestaltung des eintrittsseitigen Endes der Lichtleiter-Anordnung gemäß Anspruch 3 hat den Vorteil, daß der gesamte Querschnitt des Faserbündels optimal für die Lichtübertragung ausgenutzt werden kann, was

mit einer für die Flexibilität der Lichtleiter-Anordnung günstigen Minimierung des Faserbündel-Querschnittes verbunden ist.

Dasselbe gilt sinngemäß für die durch die Merkmale des Anspruchs 4 angegebene Gestaltung der Licht-Einkopplungseinrichtung, die außerdem den Vorteil hat, daß die Lichtleiter-Anordnung mit preisgünstigen faseroptischen Standard-Lichtleitern mit kreisrundem Bündelquerschnitt realisiert werden kann.

Bei der durch die Merkmale des Anspruchs 5 vorgesehenen Anordnung eines Hohlspiegels als Abbildungselement innerhalb eines flach-quaderförmigen Korpus des Indirekt-Strahlers ist genügend Raum vorhanden, um den Spiegel und das Faserbündel-Ende außerhalb desjenigen Raumwinkel-Bereiches anordnen zu können, in den die Lichtquelle den unmittelbar für die indirekte Raumbeleuchtung ausgenutzten Teil ihres Lichtstromes abstrahlt.

Dasselbe gilt sinngemäß für die durch die Merkmale des Anspruchs 6 angegebene, symmetrische Anordnung zweier Hohlspiegel einer Spiegel-optischen Licht-Einkopplungseinrichtung und auch für die gemäß Anspruch 7 mittels eines linsenoptischen Abbildungssystems realisierte Licht-Einkopplungseinrichtung.

Durch die gemäß Anspruch 8 für die Realisierung der Licht-Einkopplungseinrichtung vorgesehene Kombination von Spiegel-optischen Abbildungselementen mit einem Linsen-optischen Abbildungselement, das zweckmäßigerweise gemäß Anspruch 9 ausgelegt ist, kann ein optimal großer Raumwinkel-Bereich für die Licht-Einkopplung in die faseroptische Lichtleiter-Anordnung ausgenutzt werden.

Die hierzu alternative, ihrem grundsätzlichen Aufbau nach durch die Merkmale des Anspruchs 10 umrissene Gestaltung der Licht-Einkopplungseinrichtung in der Art eines sogenannten "Sternkopplers" ist durch eine erhebliche Verringerung des zur Realisierung einer Licht-Einkopplungseinrichtung der erforderlichen Art notwendigen technischen Aufwandes ausgezeichnet, da auf Spiegel- oder Linsen-optische Abbildungssysteme verzichtet werden kann. Es kommt hinzu, daß die Licht-Einkopplungseinrichtung gemäß Anspruch 10 mit einem vergleichsweise geringen Raumbedarf behaftet ist, da innerhalb des Korpus des Indirekt-Strahlers keinerlei Spiegel- oder Linsen-optische Abbildungselemente untergebracht werden müssen.

In der Auslegung einer solchen Licht-Einkopplungseinrichtung gemäß Anspruch 11 kann auch ohne Abbildungsoptik ein relativ großer Raumwinkelbereich zur Einkopplung von Licht in die Lichtleiter-Anordnung ausgenutzt werden. Je näher die Faserbündel-Enden an die Lichtquelle herangerückt werden, um so größer wird der einkoppelbare Lichtstrom, wobei jedoch eine Annäherung der Faserbündel-Enden an die Lichtquelle bzw. deren leuchtenden Fleck, sofern durch die Gestaltung der Lichtquelle möglich, nur soweit sinnvoll ist, bis das Verhältnis von Faserbündel-Durchmesser/ Abstand von der Lichtquelle der Eintrittsapertur des Faserbündel-Endes entspricht. Es kommt hinzu, daß einer Verringerung des Abstandes der Faserbündel-Enden von der Lichtquelle in praxi auch dadurch Grenzen gesetzt sind, daß mit abnehmenden Wert dieses Abstandes die thermische Belastung, der die Faserbündel-Enden ausgesetzt sind, zunimmt.

Die Maßnahme gemäß Anspruch 12 hat unter diesem Aspekt den Vorteil, daß die genannte thermische Belastung reduziert wird und eine rein Faser-optische Licht-Einkopplungseinrichtung mit optimal geringen Werten

des Abstandes der Faserbündel-Enden von der Lichtquelle realisiert werden kann.

Die Gestaltung des austrittsseitigen Endes der Faser-optischen Lichtleiter-Anordnung gemäß Anspruch 13 hat den Vorteil, daß eine einer erwünschten Form der ausgeleuchteten Arbeitsfeld-Fläche entsprechende Formung des Beleuchtungs-Lichtbündels ohne Zuhilfenahme von Blenden möglich ist, die eine mindestens teilweise Abschattung des aus der Lichtleiter-Anordnung austretenden Lichtstromes zur Folge hätte.

Eine derartige Querschnittsgestaltung des austrittsseitigen Faserbündel-Endabschnittes der Lichtleiter-Anordnung ist in der durch die Merkmale des Anspruchs 14 angegebenen Weise mit einfachen technischen Mitteln realisierbar.

Durch die Merkmale des Anspruchs 15 ist eine Gestaltung eines Gelenkarmes als Träger für die flexible Lichtleiter-Anordnung angegeben, mittels dessen das für die Arbeitsflächen-Beleuchtung ausnutzbare Lichtbündel innerhalb eines weiten räumlichen Bereiches in beliebige Richtungen orientierbar ist, wobei durch die Merkmale des Anspruchs 16 mit einfachen technischen Mitteln erzielt wird, daß die einzelnen "Glieder" dieses Gelenkarmes, wenn sein am freien Ende angeordnetes Licht-Bündelungssystem in eine geeignete Entfernung vom Beleuchtungsobjekt gebracht und auf dieses orientiert ist, in der hierzu geeigneten Stellung und Anordnung seiner Armelemente "stehen" bleibt.

Durch die Merkmale der Ansprüche 17 und 18 werden die Torsionsbelastungen, die aus einer Drehung des Gelenkarmes um seine vertikale Drehachse resultieren, weitestgehend vermieden bzw. innerhalb tolerierbarer Werte gehalten.

Durch die Merkmale der Ansprüche 19 und 20 sind alternative Gestaltungen des am freien Ende des Gelenkarmes angeordneten Licht-Bündelungssystems angegeben, mittels dessen der Öffnungswinkel, innerhalb dessen der Beleuchtungs-Lichtstrom auf das Beleuchtungsfeld auftritt, stufenlos veränderbar ist.

Mittels gemäß Anspruch 21 am Austrittsfenster anbringbarer Filterelemente kann auf einfache Weise die Farbe und Farbtemperatur, erforderlichenfalls auch der Polarisationszustand des Beleuchtungs-Lichtstromes in definierter Weise verändert bzw. eingestellt werden.

Während die Anordnung eines Polarisationsfilters in aller Regel nur am Austrittsfenster des Lichtbündelungssystems sinnvoll ist, können Farbfilter-Elemente auch unmittelbar am austrittsseitigen Ende der Lichtleiter-Anordnung vorgesehen werden, wo wesentlich kleinere Lichtbündel-Querschnitte gegeben sind und damit entsprechend kleinere Filter-Durchmesser genügen.

Weitere Einzelheiten und Merkmale der Erfindung ergeben sich aus der nachfolgenden Beschreibung spezieller Ausführungsbeispiele anhand der Zeichnung.

Es zeigen:

Fig. 1 eine erfindungsgemäße Beleuchtungseinrichtung mit einem an einem für die Raumbeleuchtung ausgenutzten Indirekt-Strahler drehbar angeordneten Gelenkarm als Träger für eine Faser-optische Lichtleiter-Anordnung, mittels derer die Lichtquelle des Indirekt-Strahlers mit einem am freien Ende des Gelenkarmes angeordneten Licht-Bündelungssystems optisch gekoppelt ist, mittels dessen der Öffnungswinkel des Beleuchtungs-Lichtbündels veränderbar ist;

Fig. 2a Einzelheiten eines Schwenkgelenkes des Gelenkarmes gemäß Fig. 1 mit einstellbarer Gelenkreibung;

Fig. 2b Einzelheiten eines Dreh-Gelenkes des Ge-

lenkarmes gemäß Fig. 1;

Fig. 3a und 3b eine im Rahmen der Beleuchtungseinrichtung als Lichtquelle einsetzbare Hochdruck Metall-dampf-Entladungslampe in vereinfachter Längs- und Querschnitts-Darstellung;

Fig. 4a eine als Linsen-optisches System ausgebildete Licht-Einkopplungseinrichtung zur Einleitung eines von der Lichtquelle gemäß Fig. 3a abgezweigten Lichtstromes in die Faser-optische Lichtleiter-Anordnung;

Fig. 4b die Gestaltung des eintrittsseitigen Faserbündel-Endes der Lichtleiter-Anordnung gemäß Fig. 4a;

Fig. 5a mögliche Gestaltungen Spiegel-optischer Licht-Einkopplungs-Einrichtungen,

Fig. 5b in Verbindung mit den Licht-Einkopplungseinrichtungen gemäß Fig. 5a geeignete Gestaltungen der Querschnitte der Faserbündel-Enden;

Fig. 5c eine für die Einkopplung von Licht in ein mehrarmiges Faserkabel geeignete kombinierte Linsen- und Spiegel-optische Licht-Einkopplungseinrichtung;

Fig. 6a Einzelheiten einer Faser-optischen Einkopplungs-Einrichtung mit einer als dreiarmliges Faserkabel ausgebildeten Lichtleiter-Anordnung;

Fig. 6b das Faserkabel gemäß Fig. 6a im Schnitt längs der Linie VI-VI der Fig. 6a;

Fig. 6c das austrittsseitige Ende des Faserkabels gemäß Fig. 6a mit in einer Endhülse zusammengefaßten Faserbündeln, in einer der Fig. 6b entsprechenden Darstellung und

Fig. 7 den Strahlengang einer als Spiegel-optisches System realisierten Licht-Bündelungseinrichtung der Beleuchtungseinrichtung gemäß Fig. 1.

Zweck der in der Fig. 1, auf deren Einzelheiten ausdrücklich verwiesen sei, dargestellten, erfindungsgemäßen Beleuchtungseinrichtung 10 ist sowohl die Raumbeleuchtung eines in der Fig. 1 lediglich durch einen Abschnitt seiner Decke 11 repräsentierten, zahnmedizinischen Behandlungs- oder Laborraumes mit einer Mindest-Beleuchtungsstärke als auch die Beleuchtung eines kleinflächigen Beobachtungs- oder Arbeitsfeldes 12, z.B. des Mundbereiches eines auf einem Behandlungsstuhl sitzenden Patienten mit einer hohen Beleuchtungsstärke von z.B. 40 000 lx, wobei dieses Beleuchtungsfeld 12 eine Fläche von 100 cm² haben möge. Das Beleuchtungsobjekt 13 ist in der Fig. 1, der Einfachheit der Darstellung halber, als eine ebene Fläche veranschaulicht.

Funktionswesentliche Elemente der Beleuchtungseinrichtung 10 sind zum einen ein insgesamt mit 14 bezeichneter Indirekt-Strahler, für sich bekannter Bauart, der die Raumbeleuchtung vermittelt, eine insgesamt mit 16 bezeichnete, optische Kopplungseinrichtung, eine insgesamt mit 17 bezeichnete faseroptische Lichtleiteranordnung und ein insgesamt mit 18 bezeichnetes Licht-Bündelungssystem, mittels derer ein von dem Ausgangslichtstrom der Lichtquelle 19 des Indirekt-Strahlers 14 abgezweigter Teil-Lichtstrom auf das Beleuchtungsfeld gerichtet werden kann.

Der Indirekt-Strahler 14 hat einen seiner Grundform nach flach-quaderförmigen, in der Fig. 1 im Querschnitt dargestellten Korpus 21, der mit der dargestellten Querschnittsform auf einfache Weise als stranggepreßtes Aluminiumprofil hergestellt sein kann. Der Korpus 21 hat in praktischen Fällen eine zwischen seinen aufragenden Längswänden 21' und 21'' gemessene lichte Weite von 25 bis 30 cm und eine zwischen seinem oberen Rand 22 und seinem Boden 23 gemessene Tiefe von 7 bis 9 cm. Seine senkrecht zur Zeichenebene gemessene Länge kann, je nach der Anzahl der in dem Indirekt-Strahler enthaltenen Lichtquellen 19 bis zu einem Meter oder

mehr betragen. Der Korpus ist innenseitig mit einem beim dargestellten Ausführungsbeispiel wannenförmigen Reflektor 24 ausgekleidet, der auch von der Lichtquelle 19 zum Boden 23 des Korpus hin abgestrahltes Licht mit insgesamt weitem Öffnungswinkel zur Decke 11 hin reflektiert. Der Indirekt-Strahler 14 ist mittels vertikaler Streben 26 an der Decke 11 in einem vertikalen Abstand von ca. 75 cm von dieser befestigt.

Als Lichtquelle 19 ist eine Hochdruck-Gasentladungslampe, speziell eine Halogen-Metallampf-Lampe mit röhrenförmigem Kolben 19', die mit horizontaler, das heißt zum Boden 23 des Korpus 21 parallelem Verlauf ihrer Längsachse 27 in dem Indirekt-Strahler 14 angeordnet ist, wobei die Längsachse 27 der Lichtquelle 19 in der vertikalen Längsmittlebene 28 des Indirekt-Strahlers 14 verläuft, vorgesehen.

Zum Zweck der Erläuterung sei angenommen, daß diese Halogen-Metallampf-Lampe 19 eine elektrische Anschlußleistung von ca. 250 W hat und im stationären Betriebszustand einen Gesamtlichtstrom von ca. 20 000 lx in dem Raum abstrahlt, wobei der Gasentladungsraum, in dem dieser Lichtstrom erzeugt wird, die Form einer insgesamt ca. 25 mm langen, sich entlang der Längsachse 27 der Lampe 19 erstreckenden leuchtenden Säule hat, deren Durchmesser klein gegen die Länge dieser leuchtenden Säule ist, je nach den Betriebsbedingungen, zwischen 0,2 und 2 mm beträgt. Diese leuchtende Säule — die eigentliche Lichtquelle — kann daher in guter Näherung als "fadenförmig" bezeichnet werden. In üblicher Ausbildung des Indirekt-Strahlers ist die Halogen-Hochdruck-Lampe 19 so angeordnet, daß ihre zentrale Achse 27 etwa in der horizontalen Mittlebene 29 des Korpus 21 bzw. des Reflektors 24 des Indirekt-Strahlers 14 angeordnet ist.

Der insoweit erläuterte Aufbau des Indirekt-Strahlers 14 kann hinsichtlich der Form seines Korpus 21, seines Reflektors 27 und der Anordnung der Lichtquelle 19, im Prinzip, als bekannt vorausgesetzt werden, einschließlich üblicher Abwandlungen hinsichtlich der Form des Korpus 21, des Reflektors 24 und der Anordnung der Lichtquelle 19.

Die optische Kopplungseinrichtung 16, mittels welcher ein in der Fig. 1 durch Randstrahlen 31 und 32 und einen Zentralstrahl 33 repräsentierter Teillichtstrom des von der Lichtquelle 19 im wesentlichen in den gesamten 4π -Raumwinkel abgestrahlten Gesamtlichtstromes in ein flexibles Bündel 34 optischer Fasern einkoppelbar ist, ist bei der Beleuchtungseinrichtung 10 gemäß Fig. 1 als ein zentral unterhalb der Lichtquelle 19 — im Betrieb unterhalb ihrer leuchtenden Säule — angeordnetes, am Boden 23 des Korpus 21 fest montiertes Linsensystem ausgebildet, das, der Einfachheit der Darstellung halber, durch eine einzige Sammellinse 36 veranschaulicht ist. Dieses Abbildungssystem 36 ist so ausgelegt, daß es, in der Ebene 37 des eintrittsseitigen Endes 38 des Faserbündels 34 gesehen, dessen Längsachse in dieser Ebene mit der als vertikal angenommenen Richtung des Zentralstrahls 33 fluchtet, eine Abbildung der Lichtquelle — der leuchtenden Säule derselben — im Maßstab 1 : 1 vermittelt, wobei das Öffnungsverhältnis dieses Abbildungssystems 36 der Apertur $2u$ des Faserbündels 34 entspricht, deren Wert um 70° betrage. Das Abbildungssystem 36 ist in einer mit dem Boden 23 des Strahler-Korpus 21 fest verbundenen, kreiszylindrisch-topfförmigen Hülse 39 angeordnet, an deren Boden 39' das eintrittsseitige Faserbündel-Ende 38 mit der erwähnten Orientierung seiner zentralen Achse 41 dreh- und verschiebefest fixiert ist.

Um die zentrale — vertikale — Längsachse 42 der Hülse 39 bzw. des in dieser angeordneten Abbildungssystems 36 frei drehbar ist an der Hülse 39 ein kurzes, in praxi ca. 10 cm langes kreiszylindrisch-rohrförmiges Drehstück 43 gelagert, mittels dessen ein insgesamt mit 44 bezeichneter Gelenkarm, an dessen freiem Ende das Licht-Bündelungssystem 18 angeordnet ist, um die Achse 42 drehbar an dem Indirekt-Strahler 14 bzw. an der an dessen Boden 23 befestigten Hülse 39 gelagert ist.

Der Gelenkarm 44 umfaßt ein oberes, als Hohlrohr ausgebildetes Armelement 46, das mit seinem einen Ende an dem Drehstück 43 um eine horizontale Gelenkachse 47, welche die Drehachse 42 des Drehstückes 43 kreuzt, auf- und abschwengbar an diesem angelenkt ist. Dieses Gelenk, das gleichsam die Funktion eines "Schultergelenkes" vermittelt, ist insgesamt mit 40 bezeichnet.

Weiter umfaßt der Gelenkarm 44 ein am anderen Ende des oberen Armelements 46 angelenktes, ebenfalls als Hohlrohr ausgebildetes, unteres Armelement 48, wobei die Gelenkachse 49 des die beiden Armelemente 46 und 48 miteinander verbindenden, insgesamt mit 51 bezeichneten, mittleren Schwenkgelenkes parallel zu der Achse 47 des das obere Armelement 46 mit dem Drehstück 43 verbindenden Gelenkes 40 verläuft.

An dem von dem mittleren Schwenkgelenk 51 entfernt angeordneten Endabschnitt 52 des unteren Armelements 48 ist, um dessen zentrale Längsachse 53 drehbar, ein weiteres, kurzes, unteres Drehstück 54 gelagert, an dem mittels eines insgesamt mit 56 bezeichneten, unteren Schwenkgelenkes des Gelenkarmes 44 das Lichtbündelungssystem 18 gelenkig verbunden ist, wobei die Gelenkachse 57 dieses unteren Schwenkgelenkes 56 die zentrale Achse 53 des unteren Armelements 48 rechtwinklig kreuzt und die zentrale Achse 58 des hier bezüglich dieser Achse als rotationssymmetrisch vorausgesetzten Licht-Bündelungssystems 18 durch den Kreuzungspunkt der zentralen Längsachse 53 des unteren Armelements 44 und der Gelenkachse 57 des unteren Schwenkgelenkes 56 verläuft. Das das untere Drehstück 54 mit dem unteren Armelement 54 verbindende Drehlager, das in für sich bekannter Gestaltung realisiert sein kann, ist insgesamt mit 59 bezeichnet.

Das Licht-Bündelungssystem 18 ist bei der Beleuchtungseinrichtung 10 gemäß Fig. 1 ebenfalls als ein der Einfachheit der Darstellung halber durch eine einzige Sammellinse 61 repräsentiertes Kollimations- bzw. Abbildungssystem ausgebildet, mit dem ein stark vergrößertes Bild des austrittsseitigen Endes des Faserbündels 34 erzeugt werden kann.

Das Licht-Bündelungssystem 18 hat ein zylindrisch-topfförmiges Gehäuseteil 63, an dessen Boden 64 das Faserbündel 34 mit seinem austrittsseitigen Endabschnitt 66 um die zentrale Achse 58 des Licht-Bündelungssystems 18 frei drehbar, in Richtung der zentralen 58 jedoch verschiebefest gelagert ist, wobei auf der Länge dieses Endabschnittes 66 des Faserbündels 34 dessen zentrale Achse 41 wiederum mit der zentralen Achse 58 des Licht-Bündelungssystems 18 zusammenfällt. Der der Gegenstandsweite entsprechende Abstand der Hauptebene 67 des Linsensystems 61 ist durch Verdrehen der Linsenfassung 68 relativ zu dem Gehäuseteil 63 des Licht-Bündelungssystems veränderbar. Der Durchmesser des Linsensystems 61 ist ausreichend groß gewählt, daß auch in der dem kleinsten Abbildungsmaßstab entsprechenden, am weitesten ausgezogenen Stellung des Linsensystems 61 der gesamte, innerhalb der Austrittsapertur $2u$ des Faserbündelendes 62 auf das Linsensystem 61 auftreffende Lichtstrom, der in der

Darstellung der Fig. 1 durch die Randstrahlen 69 und 71 begrenzt ist, für die Beleuchtung des Beleuchtungsfeldes 12 ausnützlich ist.

Bei dem im Rahmen der Beleuchtungseinrichtung 10 vorgesehenen Gelenkarm 44 ist dessen oberes Armelement 46 um die Achse 47 des oberen Gelenkes 40 um 180° schwenkbar, das heißt in der Mittelstellung weist das obere Armelement vertikal nach unten. Das untere Armelement 48 ist um 270° oder zumindest annähernd 270° um die Achse 49 des mittleren Schwenkgelenkes 51 schwenkbar, das heißt es kann, bezogen auf die dargestellte Stellung des oberen Armelementes 46 aus einer an diesem anliegenden und parallel zu diesem verlaufenden Stellung bis in eine senkrecht nach oben weisende Stellung geschwenkt werden. Das Licht-Bündelungssystem 18 kann um die Achse 57 des unteren Schwenkgelenkes 56 um 180° geschwenkt werden, wobei in der Mittelstellung die zentrale Achse 58 des Licht-Bündelungssystems 18 mit der zentralen Achse 53 des unteren Armelementes 48 fluchtet. Das obere Drehstück 43 und das untere Drehstück 54, sind jeweils um mehr als 360° um die zentralen Achsen 42 und 53 der Hülse 39 bzw. des unteren Armelementes 44 drehbar. Die Endabschnitte 38' und 66 des Faserbündels 34, mittels derer dieses drehfest am Boden 39' der Hülse 38 gehalten bzw. drehbar am Boden 64 des topfförmigen Gehäusesteils 63 des Licht-Bündelungssystems 18 gelagert ist, sind in Metallhülsen gefaßt, innerhalb derer die Fasern des Faserbündels 34 in dichter Packung fest eingekittet sind. Zwischen den Endhülsen erstreckt sich ein das Faserbündel 34 auf seiner gesamten Länge umschließender Metall-Schutzschlauch, der flexibel ist, jedoch eine hinreichend große Torsionssteifigkeit hat, die dem Faserbündel 34 insgesamt die Eigenschaft einer biegsamen "Welle" verleiht, deren unterer Endabschnitt 66 sich relativ zum Gehäusesteil 63 des Licht-Bündelungssystems 18 dreht und dadurch eine wirksame Torsionsbegrenzung für den Fall vermittelt, daß der Gelenkarm 44 mehrere Male um die vertikale zentrale Achse 42 der optischen Kopplungseinrichtung 16 gedreht wird.

In typischer Auslegung der Beleuchtungseinrichtung 10 hat das Faserbündel 34 eine Länge von ca. 1,5 m; die zwischen den Gelenkachsen 47 und 49 gemessene effektive Länge des oberen Armelementes 46 sowie die entlang der zentralen Längsachse 53 zwischen der Gelenkachse 49 und der Gelenkachse 57 des unteren Drehstückes 54 gemessene effektive Gesamtlänge des unteren Armelementes 53 betragen jeweils ca. 60 cm. Das Faserbündel ist in den die Gelenkarm-Elemente 46 und 48 bildenden Rohren so verlegt, daß Krümmungsradien von weniger als 8 cm nicht auftreten können. Bei der geschilderten Ausbildung des Gelenkarmes 44, einschließlich seiner drehbaren Lagerung am Korpus 21 des Indirekt-Strahlers 14 ist das Licht-Bündelungssystem 18, das im Ergebnis die Funktion einer Zusatzleuchte für die intensive Beleuchtung des Arbeits- bzw. Beleuchtungsfeldes 12 vermittelt, um insgesamt 5 Achsen 42 und 53 bzw. 47, 49 und 57 dreh- bzw. schwenkbar, damit in praktisch alle erforderlichen Richtungen orientierbar und auch in einem weiten Variationsbereich auf beliebige Abstände vom Beleuchtungsfeld 12 einstellbar.

Das Licht-Bündelungssystem 18 ist bei der Beleuchtungseinrichtung 10 als ein vergrößerndes Abbildungssystem dargestellt, das in einer typischen Auslegung eine Linearvergrößerung um 10:1 hat. Durch die Verschiebung der in der Fig. 1 durch die Sammellinse 61 repräsentierten Abbildungsoptik kann der Abbildungs-

maßstab derselben verändert, das heißt der Öffnungswinkel 2α des durch die Randstrahlen 73 und 74 und den Zentralstrahl 76 repräsentierten Austritts-Lichtbündels der Licht-Bündelungseinrichtung 18 variiert und damit die Größe der beleuchteten Fläche — des Beleuchtungsfeldes 12 — verändert werden. Ist das Licht-Bündelungssystem 18 so eingestellt, daß die Entfernung der Beleuchtungsfläche 12 von der Hauptebene 67 des Linsensystems 61 der Bildweite entspricht, so entsteht im Beleuchtungsfeld 12 ein Bild des austrittsseitigen Endes 62 des Faserbündels 34. Dieses Bild wäre, da es eine dem Querschnitt der Faserpackung entsprechende Struktur mit einer Vielzahl unmittelbar aneinander angrenzender heller Lichtflecke hat, für eine gleichmäßige Ausleuchtung des Beleuchtungsfeldes natürlich nicht geeignet. Durch eine geringfügige Verschiebung des Linsensystems 61 derart, daß das Bild des Faserbündel-Endes "oberhalb" oder "unterhalb" des zu beleuchtenden Feldes 12 zu liegen kommt und dieses außerhalb des Schärfen-Tiefen-Bereiches des Bildes liegt, kann jedoch auf einfache Weise eine gleichmäßige Ausleuchtung des Beleuchtungsfeldes 12 erzielt werden.

Damit das Licht-Bündelungssystem 18, wenn es in eine für die Beleuchtung des Arbeitsfeldes 12 geeignete Stellung gebracht ist, in dieser Stellung stehen bleibt, ohne dass hierzu die einzelnen Dreh- und Schwenkgelenke des Gelenkarmes 44 extra arretiert werden müssen, sind die Schwenkgelenke 40, 51 und 56 so ausgebildet, daß die Gelenkreibung jeweils auf einen Wert einstellbar ist, der für eine reibungsschlüssige Beibehaltung einer einmal angenommenen Stellung der Armelemente 46 und 48 sowie des unteren Drehstückes 54 und des Licht-Bündelungssystems 18 zueinander gerade ausreicht. Für das Drehlager 77, mittels dessen der Gelenkarm 44 insgesamt mit seinem oberen Drehstück um die vertikale Achse drehbar an einem Korpus-festen Element — bei der Beleuchtungseinrichtung 10 gemäß Fig. 1 an der Hülse 39 — gelagert ist, ist eine Einstellbarkeit der Gelenkreibung nicht erforderlich, da um diese Drehachse 42 kein durch das Gewicht der Gelenkarm-Elemente 46 und 48 sowie 54 und 18 bedingtes Drehmoment auftritt; der Gelenkarm 44 bleibt bei einer Drehung um die vertikale Achse 42 "von selbst" in der eingestellten Position stehen.

In der Fig. 2a, auf deren Einzelheiten nunmehr Bezug genommen wird, ist am Beispiel des oberen Schwenkgelenkes 40 des Gelenkarmes 44 eine in sinngemäßer Abwandlung, die dem Fachmann ohne weiteres möglich ist, auch für die übrigen Schwenkgelenke 51 und 56 des Gelenkarmes 44 geeignete Ausbildung eines Schwenkgelenkes mit einstellbarer Gelenkreibung dargestellt.

An das obere Drehstück 43 sind außenseitig parallel zueinander verlaufende, plattenförmige Gelenkbacken 78 und 79 angesetzt, die mit parallel zur Drehachse 42 des Drehstückes 43 verlaufenden, nach unten offenen Längsschlitten 81 versehen sind. Das obere im wesentlichen Hohlrohr-förmige Armelement 46 ist ebenfalls mit parallel zueinander verlaufenden, plattenförmigen Gelenkbacken 82 und 83 versehen, die zwischen die Gelenkbacken 78 und 79 des Drehstückes 43 einführbar sind. Die Gelenkbacken 82 und 83 des oberen Armelementes 46 sind an ihren einander abgewandten Außenseiten mit miteinander fluchtenden, zylindrischen Gelenkzapfen 84 bzw. 86 versehen, die — von unten her — in die Schlitz 81 und 82 der Gelenkbacken 78 und 79 einführbar, deren lichte Schlitzweite dem Durchmesser der Gelenkzapfen 84 und 86 entspricht. An den Gelenkbacken 76 und 79 des Drehstückes 43 sind mit Befesti-

gungsflanschen 87 versehene Lagerhülsen 88 befestigbar, die auf einem Teil ihrer Länge die Lagerzapfen 84 und 86 der Lagerbacken 82 und 83 des oberen Armelements 46 aufnehmen. Diese Lagerhülsen 88 sind mit als Feingewinden ausgebildeten Außengewinden 89 versehen, auf die Überwurfmutter 89 aufschraubbar sind. Zwischen die Überwurfmutter 89 und die in die Lagerhülsen 88 hineinragenden Gelenkzapfen 84 bzw. 86 ist jeweils ein etwas nachgiebiger Reibungskörper 91 aus Kunststoff, z.B. aus Teflon, eingesetzt, der durch Anziehen der Überwurfmutter 89 etwas zusammengepreßt wird, wodurch das für den angegebenen Zweck erforderliche Maß der Lagerreibung einstellbar ist.

Die Schwenkgelenke 51 und 56 des Gelenkarmes 44 können, ihrem grundsätzlichen Aufbau nach, in derselben Weise realisiert sein wie das anhand der Fig. 2a erläuterte Schwenkgelenk 40, wobei im Falle des Schwenkgelenkes 51 die Gelenkbacken rechtwinklig zur Längsachse 53 des unteren Armelementes 48 verlaufend angeordnet sind.

Eine mögliche Gestaltung des Drehlagers 59, mittels dessen das untere Drehstück 54 des Gelenkarmes 54 um die zentrale Achse 53 des unteren Armelementes 48 drehbar an diesem gelagert ist, ist in der Fig. 2b, auf deren Einzelheiten nunmehr verwiesen sei, dargestellt.

Das untere Drehstück 54 ist mit einem kreiszylindrischrohrförmigen Endabschnitt 92 innerhalb des seinerseits kreiszylindrisch-rohrförmigen Endabschnittes 93 des unteren Armelementes 48 drehbar gelagert. Dieser Endabschnitt 93 des unteren Gelenkarm-Elements 48 ist mit einem als Feingewinde ausgebildeten Außengewinde 94 versehen. Mit diesem Außengewinde 94 kämmt eine als Teil einer als insgesamt mit 96 bezeichneten Überwurfmutter ausgebildete Gewindehülse 97, die mittels einer Feststellschraube 98, welche in der Gewindehülse 97 in radialer Richtung schraubbar geführt ist und sich am Mantel des Unterarm-Elements 48 abstützen kann, bezüglich dessen feststellbar ist. An der Gewindehülse 97 ist ein Haltering 99 festlegbar, der einen radialen Ringflansch 101 des Drehstückes 54 hintergreift, der sich über einen Gummi-O-Ring 102 an der kreisringförmigen End-Stirnfläche 103 des unteren Arm-Elements 48 des Gelenkarmes 44 abstützt. Der Haltering ist aus zwei 180-Grad-Hälften zusammengesetzt, die je für sich an der Gewindehülse 97 mit bezüglich der zentralen Längsachse 53 des unteren Armelementes 48 symmetrisch gruppierten Schrauben 104 festlegbar sind. Durch Verdrehen der die Gewinde-Hülse 97 und den Haltering 99 umfassenden Überwurfmutter 96 kann die Gelenkreibung des Drehlagers 59 — durch mehr oder weniger starke Quetschung des O-Ringes 102 — im vorstehend erläuterten Sinne eingestellt werden.

Im folgenden wird anhand der Fig. 3a bis 6c auf mögliche Gestaltungen der Licht-Kopplungseinrichtung 16 eingegangen, mittels derer für eine hohe Beleuchtungsstärke im Arbeitsfeld 12 hinreichende Lichtströme in ein Faserbündel 34 eingekoppelt werden können.

Ohne Beschränkung der Allgemeinheit, das heißt lediglich zum Zweck der Erläuterung, sei hierbei davon ausgegangen, daß der "Lichtfleck" 106, der in der Fig. 3a lediglich schematisch dargestellten Lichtquelle 19, die Form einer langgestreckten, dünnen leuchtenden Säule haben möge, in der zwischen Elektroden 107 und 108 die Gasentladung der als Hochdruck-Halogen-Metall-dampf-Lampe ausgebildeten Lichtquelle 19 brennt. Dabei sei weiter angenommen, daß diese leuchtende Säule 106 eine Länge l von 20 mm und einen Durchmesser

von 0,5 mm habe.

Diese Gasentladung brennt in einem inneren, tonnenförmigen Quarzkolben 109, der einen Außendurchmesser D_1 von 18 mm hat und in einem äußeren, langgestreckten Schutzkolben 111 angeordnet ist, der ebenfalls aus Quarz oder Quarzglas besteht und einen Außendurchmesser D_2 von ca. 24 mm hat. Die zwischen den Enden dieses Schutzkolbens 111 gemessene Länge L desselben beträgt um 15 cm. Die Lichtquelle 19 ist in Stecksockeln 112, die am Boden 23 des Korpus 21 des Indirekt-Strahlers 14 befestigt sind, gehalten und über diese Stecksockel an die Versorgungs-Spannungsquelle angeschlossen. Als Lichtquelle der in der Fig. 3a in Ansicht und in der Fig. 3b im Schnitt dargestellten Art kommt die von der Firma OSRAM unter der Typen-Bezeichnung HQI-TS 250 W/NDL kommerziell erhältliche Hochdruck-Metallampf-Entladungslampe in Betracht, die einen Lichtstrom von ca. 20 000 lm in einen bezüglich der zentralen Längsachse 27 der Lichtquelle 19 rotationssymmetrischen Raumwinkel-Bereich Ω abstrahlt, der, wie in der Fig. 3b durch gestrichelt eingezeichnete Randstrahlen 114 und 116 etwa die Form eines Rotations-Hyperboloids hat.

Um einen günstig hohen Anteil des von der Lichtquelle 19 emittierten Lichtstromes in das Faserbündel 34 einkoppeln zu können, ist bei der in der Fig. 4a lediglich ihrem grundsätzlichen Aufbau nach dargestellten optischen Kopplungseinrichtung 16, wie schon anhand der Fig. 1 erläutert, ein linsenoptisches Abbildungssystem 36 vorgesehen, das in der Ebene 37 des Bündelendes 38 ein Bild der leuchtenden Säule 106 der Lichtquelle 19 erzeugt, wobei der Abbildungsmaßstab 1 : 1 beträgt. In der durch die gemeinsame Ebene 37 der dicht gepackten Faserenden des Faserbündels 34 markierten Bildebene hat der durch die Form der Faserbündel-Fassung 38" vorgebbare Bündelquerschnitt 117 die Form eines langgestreckten, schmalen Rechteckes, dessen Länge und Breite geringfügig größer sind als die Länge l und der Durchmesser d der leuchtenden Säule 106 der Lichtquelle 19. Das Öffnungsverhältnis f/D , wobei f die Brennweite und D den nutzbaren Durchmesser des Linsensystems 36 bezeichnen, ist so gewählt, daß der maximale Öffnungswinkel 2α im Abbildungs-Strahlengang der Eingangsapertur $2u$ der Faserenden entspricht, deren Verlauf in der Bildebene 37 als parallel zur zentralen Achse 42 des Abbildungssystems 36 vorausgesetzt sei. Das Faserbündelende 38 ist, bedingt durch die Form der Bündelfassung 38" als Querschnittswandler ausgebildet, derart, daß der Bündelquerschnitt in einem Abstand von einigen Zentimetern von der Ebene 37, in der die Faserenden angeordnet sind, von der in dieser Ebene 37 rechteckigen Querschnittsform auf eine kreisrunde Querschnittsform übergeht, in der Darstellung der Fig. 4a in der unterhalb der Bildebene 37 angeordneten Querschnittsebene 118 des Faserbündels 34.

Davon ausgehend, daß das Bild der leuchtenden Säule 106 in der Bildebene 37 eine Fläche von 12 mm² hat, innerhalb derer die Fasern des Faserbündels 34 in dichtestmöglicher Packung angeordnet sind, so beträgt der Durchmesser des auf kreisförmigen Querschnitt gebrachten Faserbündels 34, wenn innerhalb desselben die Fasern ebenfalls in dichtestmöglicher Packung angeordnet sind, ca. 4 mm. Ein solches Faserbündel ist einschließlich eines als Metall- oder Kunststoffschlauch ausgebildeten Schutzmantels noch sehr flexibel und kann in relativ engen Krümmungsradien an dem Gelenkarm 44 verlegt sein.

Bei der jeweils im rechten Teil der Fig. 5a und 5b

dargestellten Variante einer Licht-Einkopplungseinrichtung 16 wird die leuchtende Säule 106 der Lichtquelle 19 mittels eines außeraxialen sphärischen Spiegels 119 in der dargestellten Anordnung auf eine Bildebene 37' abgebildet, in welcher die Enden der Einzelfasern eines Faserbündels 34' liegen, in das der an dem Spiegel 119 reflektierte Lichtstrom eingekoppelt werden soll, der in der Darstellung der Fig. 5a durch einen von der Lichtquelle 19 ausgehenden Zentralstrahl 121 und die Randstrahlen 122 und 123 sowie durch den am Spiegel 119 reflektierten Zentralstrahl 121' und die reflektierten Randstrahlen 122' bzw. 123' repräsentiert ist. In der Bildebene 37', zu welcher der reflektierte Zentralstrahl 121' senkrecht verläuft, entsprechen die Länge und Breite des Bildes der leuchtenden Säule 106, jedenfalls in guter Näherung, der Länge und dem Durchmesser der leuchtenden Säule 106 der Lichtquelle 19. Diesen Dimensionen des Bildes entsprechend ist auch die Querschnittsform des Faserbündels bzw. seiner Einfassung 124 (Fig. 5b) gewählt. Diese Einfassung 124 ist als Rechteck-Hohlrohr ausgebildet, das, wie am besten aus der Fig. 5a ersichtlich, mit glatter Krümmung zwischen der Orientierung des an dem sphärischen Spiegel 119 reflektierten Zentralstrahls 121 und der zur vertikalen Längsmittlebene 42' der Lichtquelle 19 bzw. der zentralen vertikalen Achse 42 parallelen Orientierung des weiterführenden Abschnittes des Faserbündels 34 vermittelt.

Durch eine bezüglich der vertikalen Längsmittlebene 42' der Beleuchtungseinrichtung 10 symmetrische Gestaltung sowohl des Indirekt-Strahlers 14 als auch seiner Licht-Einkopplungseinrichtung 16 vorausgesetzt, die dann zwei in Einfassungen 124 mit flach-rechteckigem Querschnitt gehaltene Faser-Teilbündel 34' sowie zwei sphärische Spiegel 119 umfaßt, wobei die Teilbündel 34', wie schematisch angedeutet, zu einem einzigen Faserbündel 34 vereinigt sein können, wird eine Verdoppelung des Raumwinkelbereichs erzielt, aus dem Licht in das Faserbündel 34 eingekoppelt werden kann und damit auch eine Verdoppelung der Beleuchtungsstärke im Arbeitsfeld 12.

Dasselbe gilt sinngemäß, wenn die im linken Teil der Fig. 5a und 5b dargestellte Licht-Einkopplungseinrichtung symmetrisch bezüglich der vertikalen Längsmittlebene 42' ausgebildet ist.

Bei dieser Variante wird das an dem gemäß Fig. 5a linken sphärischen Spiegel 119 reflektierte Lichtbündel 121', 122', 123' mittels eines Umlenkspiegels 126 auf die End-Stirnfläche 37'' eines Faser-Teilbündels 34'' umgelenkt, dessen zentrale Achse 41' hier parallel zur zentralen Längsachse 42 bzw. der vertikalen Längsmittlebene 42' des Indirekt-Strahlers verläuft. Das Faser-Teilbündel 34'' hat in der Ebene 37'', wie aus der Fig. 5b ersichtlich, nicht einen der Form der leuchtenden Säule 106 entsprechenden Querschnitt, sondern einen kreisrunden Querschnitt. Der optische Abstand der End-Stirnebene 37'' des Faser-Teilbündels 34' von dem linken sphärischen Spiegel 119 ist so gewählt, daß in dieser End-Stirnebene 37'' — innerhalb des Querschnittes des Faser-Teilbündels 34'' — dasjenige durch astigmatische Abbildungsfehler des sphärischen Spiegels 119 und ggf. des Umlenkspiegels 126 "verzerrte" Bild der leuchtenden Säule 106 der Lichtquelle 19 liegt, bei dem diese leuchtende Säule stark verkürzt und gleichzeitig entsprechend verbreitert "abgebildet" wird und annähernd kreisscheibenförmig ist.

Es versteht sich, daß auch bei einem linsenoptischen Abbildungssystem, dessen astigmatische Bildfehler aus-

genutzt werden können, um von einer Lichtquelle, die in zwei zueinander senkrechten Richtungen verschiedene Ausdehnungen hat, ein annähernd kreisförmiges Bild zu erzeugen, das für die Einkopplung eines Lichtbündels 121', 122', 123' in ein Faserbündel mit standardmäßig kreiszylindrischer End-Fassung sehr gut geeignet ist.

Die in der Fig. 5c, auf deren Einzelheiten nunmehr verwiesen sei, dargestellte optische Kopplungs-Einrichtung 16 stellt eine Kombination einer bezüglich der vertikalen Längsmittlebene 42' des Indirekt-Strahlers 14 symmetrischen Kopplungseinrichtung, welche zwei Hohlspiegel 119 und Ablenkspiegel 126 umfaßt sowie eine linsenoptische Kopplungseinrichtung, deren Abbildungssystem 36 zentral angeordnet ist, dar. Mittels dieser insgesamt drei Abbildungssysteme werden drei konvergente Lichtbündel erzeugt, die in den End-Stirnebenen 37 bzw. 37'' je eines Faser-Teilbündels 34', die am Ausgang der Licht-Kopplungseinrichtung zu einem einzigen Faserbündel 34 mit in der Regel kreisrundem Querschnitt vereinigt sind, eingekoppelt, wie anhand der Fig. 4a und 5a schon eingehend erläutert.

Mit der Licht-Kopplungseinrichtung 16 gemäß Fig. 5c können drei, in dieser Figur durch die Randstrahlen 122 und 123 bzw. 127 und 128 begrenzte Raumwinkelbereiche Ω_1 , Ω_2 und Ω_3 , in welche die Lichtquelle 19 gleichmäßig Licht abstrahlt, zur Einkopplung von Licht in das Faserbündel 34 ausgenutzt werden und damit im Arbeitsfeld 12 eine optimal hohe Beleuchtungsstärke erzielt werden. Dabei ist die Anordnung der Abbildungselemente 119 und 36 so getroffen, daß diese den nach oben aus dem Indirekt-Strahler 14 austretenden Lichtstrom, der für die indirekte Raumbeleuchtung ausgenutzt wird, nicht abschatten oder eingrenzen.

Mit Licht-Kopplungseinrichtungen der anhand der Fig. 4a bis 5c erläuterten Art können, wenn das Öffnungsverhältnis der Abbildungssysteme gleich der Apertur des Faserbündels 34 oder -teilbündels 34' bzw. 34'' ist, in das von der Lichtquelle 19 ausgesandte Licht mittels des jeweiligen Abbildungssystems 36 und/oder 119 eingekoppelt wird, auf einer Fläche von 100 cm² des Beleuchtungsfeldes Beleuchtungsstärken von 20 000 bis 180 000 lm erzielt werden.

Wenn es auf derartig extrem hohe Beleuchtungsstärken nicht ankommt, sondern Beleuchtungsstärken um 5000 bis 10 000 lx in einem Beleuchtungsfeld 12 der genannten Größe genügen, so kann eine geeignete Licht-Einkopplungseinrichtung 16 auf einfache Weise dadurch realisiert werden, daß ein oder mehrere Faserbündel 34 mit bezüglich der Lichtquelle 19 bzw. ihrer leuchtenden Säule 106 radialer Orientierung der in Endhülsen 127 gefaßten Bündel-Endabschnitte 38' in geringem Abstand der Bündelenden 38 von der zentralen Achse 27 der leuchtenden Säule 106 der Lichtquelle 19 und in einem hinreichenden Abstand vom Schutzkolben 111 der Lichtquelle 19 angeordnet sind. Die Endhülsen 127 sind fest in Bohrungen 128 eines in der Schnittdarstellung der Fig. 6a flach-schüsselförmigen Befestigungsteils 129 eingepaßt, das zur Fixierung der Faserbündel 34 am Boden 23 des Korpus 21 des Indirekt-Strahlers 14 dient und aus einem gut wärmeleitenden Material, z.B. Aluminium, besteht, über das im Bereich der Faser-Enden einfallende Wärme abgeführt werden kann. Das Befestigungsstück 29 kann auch als Teil der nicht dargestellten Hülse 39 (vgl. Fig. 1) ausgebildet sein, mit der die Licht-Kopplungseinrichtung 16 am Korpus 21 des Indirekt-Strahlers 14 befestigt ist, und an der das Drehstück 43 des Gelenkarmes 44 drehbar gelagert ist. Beim dargestellten, speziellen Ausführungsbei-

spiel sind die drei Faserbündel 34, die je von einem Schutzmantel 131 umgeben sind, noch von einem gemeinsamen Schutzschlauch 132, z.B. einem PVC-Schlauch umschlossen, so daß ein insgesamt drei-adriges Faserkabel 134 vorliegt. Anstelle eines sich über die Gesamtlänge oder den größten Teil der Länge der Faserbündel 34 erstreckenden Schutzschlauches 132 können auch die Faserbündel 34 nur abschnittsweise umgebende, kurze Schlauchstücke, vorgesehen sein, welche die Faserbündel 34 nur auf entsprechend kurzen Abschnitten ihrer Länge in der aus der Fig. 6b ersichtlichen Anordnung zueinander zusammenhalten. Für die Verlegung eines solchen mehradrigen Faserkabels 134 in einem Gelenkarm 44 kann es auch zweckmäßig sein, wenn die einzelnen Adern 34 des Kabels 134 derart nebeneinander liegend angeordnet sind, so daß ihre Seelenachsen 133 — jedenfalls auf kurzen Bündelabschnitten betrachtet — in einer gemeinsamen Ebene liegen, so daß eine mehr flach-bandförmige Struktur des Faserkabels 134 vorliegt, in welcher das Faserkabel 134 flexibler ist.

Die austrittsseitigen Endabschnitte der Faserbündel 34 sind auf einem Abschnitt ihrer Länge in einer, wie der Schnittdarstellung der Fig. 6c entnehmbar, mindestens außenseitig kreiszylindrischen Hülse 136 zusammengefaßt, die sich für eine drehbare Lagerung des austrittsseitigen Endes des Faserkabels 134, z.B. am Boden 64 des Gehäuses 63 des Licht-Bündelungssystems 18 der Beleuchtungseinrichtung 10 eignet. In der Darstellung der Fig. 6c ist auch der Innenquerschnitt dieser Hülse 136 kreisförmig, wobei die zu den einzelnen Faserbündeln 34 gehörenden Fasern innerhalb dieser Hülse 136 in nebeneinander liegenden kreisabschnittsförmigen Bereichen 134', 134'' und 134''' dicht gepackt eingeschlossen sind. Diese Art der Zusammenkopplung der Bündelenden erfordert nur eine geringfügige Verformung der Bündelquerschnitte im Vereinigungsbereich und ist mit einfachen technischen Mitteln realisierbar. Es versteht sich, daß in der anhand der Fig. 6c geschilderten Weise auch flachrechteckige oder regelmäßig-polygonale Querschnittsformen am austrittsseitigen Ende eines aus mehreren kabelförmig verlegten Faserbündeln entstandenen, vereinigten Faserbündels realisiert werden können.

Weiter versteht es sich, daß die eintrittsseitigen Enden 38 der Faser-Teilbündel 34 in gleichen radialen Abständen von der leuchtenden Säule 106 der Lichtquelle 19 angeordnet werden müssen, damit — gleiche Beschaffenheit der Fasern der einzelnen Faser-Teilbündel 34 vorausgesetzt — die im Beleuchtungsfeld 12 den Querschnittsbereichen 134', 134'' und 134''' entsprechenden Bereiche mit gleicher Beleuchtungsstärke beleuchtet werden.

Als Licht-Bündelungssystem 18 kann anstelle eines linsenoptischen Systems, wie anhand der Fig. 1 erläutert, auch ein spiegeloptisches System verwendet werden, was insbesondere dann geboten erscheint, wenn chromatische Abbildungsfehler sowie Reflexionsverluste weitestgehend vermieden werden sollen.

In der Fig. 7, auf deren Einzelheiten nunmehr ausdrücklich verwiesen sei, ist der grundsätzliche Aufbau eines Licht-Bündelungssystems 18 dargestellt, das mit konkav gewölbten Spiegeln 137 und 138, z.B. sphärischen Spiegeln, in der im Schnitt dargestellten Anordnung realisiert ist.

Die beiden Spiegel 137 und 138 sind in einem Z-Strahlengang angeordnet, der insgesamt eine stark vergrößerte Abbildung des austrittsseitigen Faserbündel-En-

des 62 vermittelt. Der eine, dem Faserbündel-Ende 62 unmittelbar gegenüberliegend angeordnete Hohlspiegel 137 hat in typischer Auslegung eine Brennweite von 15 mm und einen Durchmesser von 30 mm. Er ist bezüglich der zentralen Längsachse des Faserbündels 34 soweit außeraxial orientiert, daß der Winkel 2ϵ zwischen dem Zentralstrahl 139 des auf den Spiegel 137 auftreffenden, im übrigen durch die beiden Randstrahlen 141 und 142 repräsentierten, am Faserbündel-Ende 62 austretenden Lichtbündels und dem Zentralstrahl 139' des zu dem weiteren Hohlspiegel 138 hin reflektierten Lichtbündels 139', 141', 142' etwa 35° beträgt. Dieser weitere, im Durchmesser größere Hohlspiegel 138 ist seinerseits soweit außeraxial orientiert, daß der Winkel $2\epsilon'$ zwischen dem auf den Hohlspiegel 138 auftreffenden Zentralstrahl 139 und dem aus der Reflexion resultierenden Zentralstrahl 139'' ebenfalls etwa 35° beträgt.

Der eine, kleinere Hohlspiegel vermittelt eine in der Fig. 7 durch einen kleinen Kreis 143 angedeutete Zwischenabbildung des Faserbündel-Endes 62 im Maßstab 1 : 1. Der größere Hohlspiegel 138 hat einen Durchmesser um 60 mm und eine Brennweite von ebenfalls etwa 60 mm. Dieser größere Hohlspiegel 138 vermittelt eine stark vergrößerte Abbildung des Zwischenbildes 143, z.B. im Maßstab 6 : 1 bis 12 : 1. Die Gegenstandsweite, das heißt der Abstand des Zwischenbildes 143 von dem größeren Hohlspiegel 138 ist nur wenig, das heißt um 3 bis 10 mm, größer als dessen Brennweite. Der kleinere Hohlspiegel 137 ist in Richtung des Doppelpfeils 144, das heißt in Richtung der Längsachse des Faserbündels 34 hin- und herschiebbar, beim dargestellten Ausführungsbeispiel durch Verdrehen einer Überwurfmutter 146, die mit einem Gewindeabschnitt 147 eines mit dem Hohlspiegel 137 fest verbundenen Führungsstabes 148 kämmt, der in einer Bohrung einer Gehäuse-Stirnplatte 149 verschiebbar, jedoch unverdrehbar, geführt ist. Bei dieser Anordnung der beiden Hohlspiegel 137 und 138 zueinander kann schon durch eine geringfügige Verschiebung des kleineren Hohlspiegels 137 im Millimeter-Bereich eine drastische Änderung des Abbildungsmaßstabes und damit im Ergebnis eine Aufweitung bzw. Verminderung des beleuchteten Arbeitsfeldes 12 erzielt werden.

Durch Verdrehen einer Stellschraube 151, die an einer weiteren Gehäuseplatte 152 des insgesamt mit 153 bezeichneten Gehäuses des Licht-Bündelungssystems 18 schraubbar geführt ist, kann der größere Hohlspiegel 138 gegen die Rückstellkraft einer vorgespannten Zugfeder in einem begrenzten Winkelbereich um eine in der Darstellung der Fig. 7 senkrecht zur Zeichenebene verlaufende Achse 156 geschwenkt werden. Diese Justiermöglichkeit ist insbesondere dann von Vorteil, wenn an einem Gelenkarm 44 der in der Fig. 1 dargestellten Art nicht nur ein einziges Lichtbündelungssystem 18, sondern zwei Lichtbündelungssysteme 18 der in der Fig. 7 dargestellten Art vorgesehen sind, deren Austritts-Lichtbündel 139', 141'', 142'' im Beleuchtungsfeld 12 zur Deckung gebracht werden sollen.

Da die Querschnittsform des Faserbündel-Endes 62 die Form des Beleuchtungsfeldes bestimmt, ist es, wenn das Beleuchtungsfeld nicht kreisförmig oder wenigstens annähernd kreisförmig ist, sondern z.B. rechteckig, erforderlich, daß das Faserbündel-Ende 62 am Gehäuse 153 des Licht-Bündelungssystems 18 fixiert ist. Eine rotationssymmetrische Ausbildung der Licht-Einkopplungseinrichtung 16 vorausgesetzt, könnte dann das Faserbündel 34, um Torsionsbelastungen zu minimieren, an seinem eintrittsseitigen Ende drehbar gelagert sein.

Falls dies aus Gründen der Gestaltung der Licht-Einkopplungseinrichtung 16 nicht möglich sein sollte, ist es zweckmäßig, den Drehbereich des Gelenkarmes 44 und seines Drehgelenkes 59 zu begrenzen, z.B. auf jeweils höchstens 360°, um auf diese Weise eine Einschränkung der möglichen Torsionsbelastungen des Faserbündels 34 zu erzielen. 5

Die Beleuchtungseinrichtung 10 mit den geschilderten Varianten ihrer Licht-Einkopplungseinrichtungen 16 und Licht-Bündelungssysteme 18 eignet sich sowohl für einen Einsatz im medizinischen Bereich als auch für die Beleuchtung von Arbeitsräumen und -plätzen der verschiedensten Art, z.B. für die feinmechanische Produktion und Fertigungskontrolle sowie für das Kunst- oder das Juwelier-Handwerk. 15

20

25

30

35

40

45

50

55

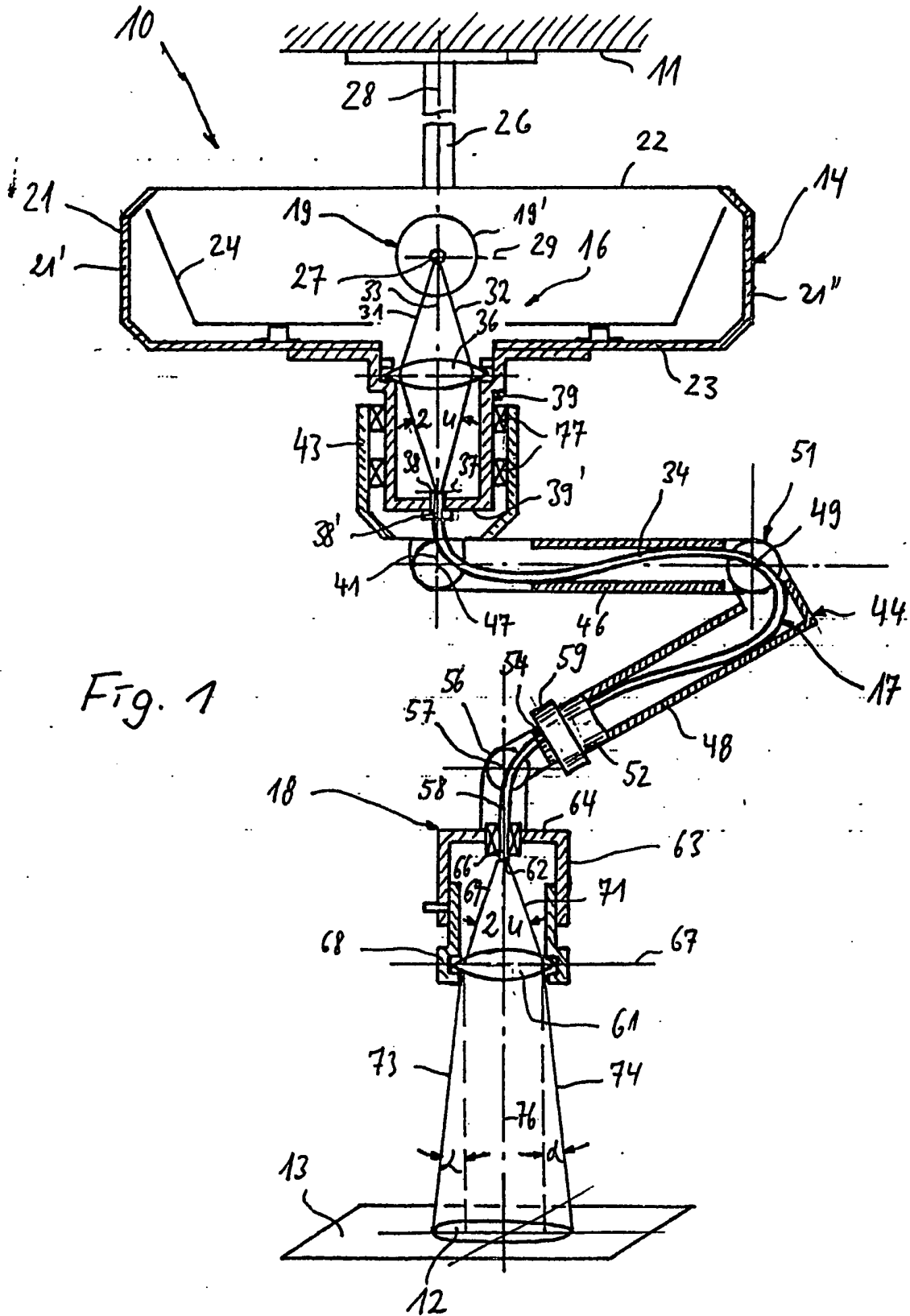
60

65

3641910

Nummer:
Int. Cl.4:
Anmeldetag:
Offenlegungstag:

36 41 910
F 21 S 1/00
8. Dezember 1986
12. November 1987



3641910

P84115
Blatt 2

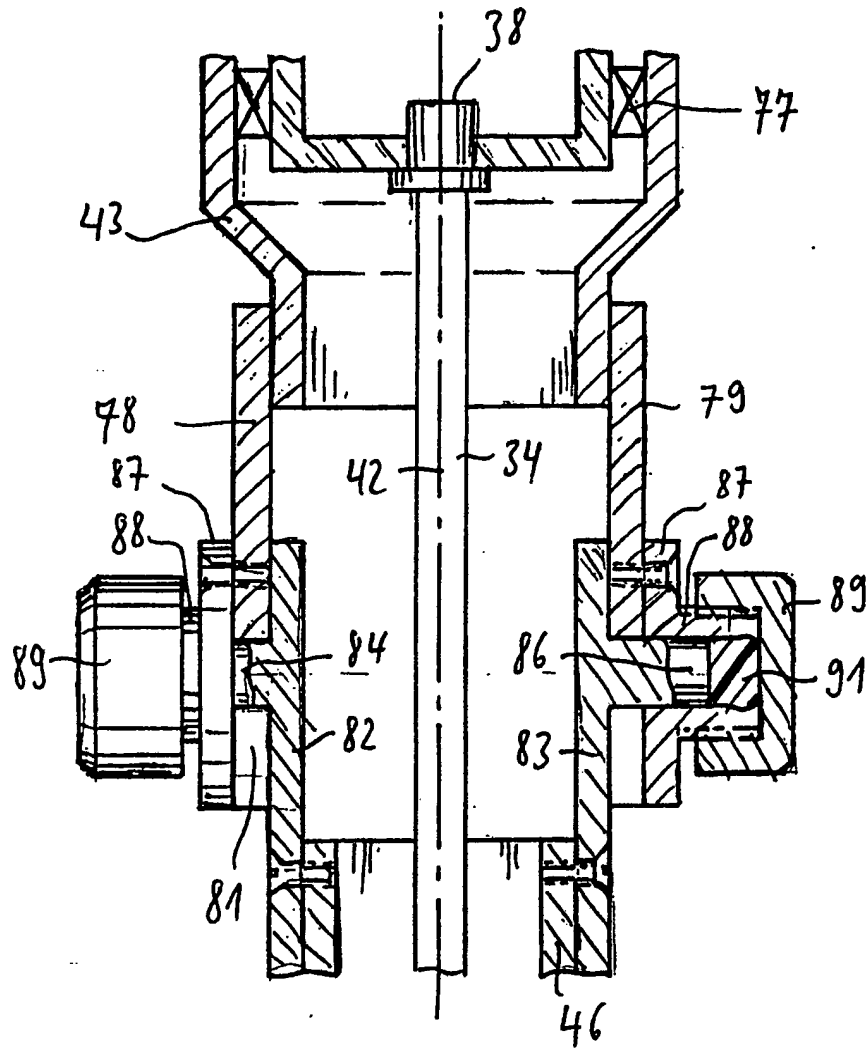


Fig. 2a

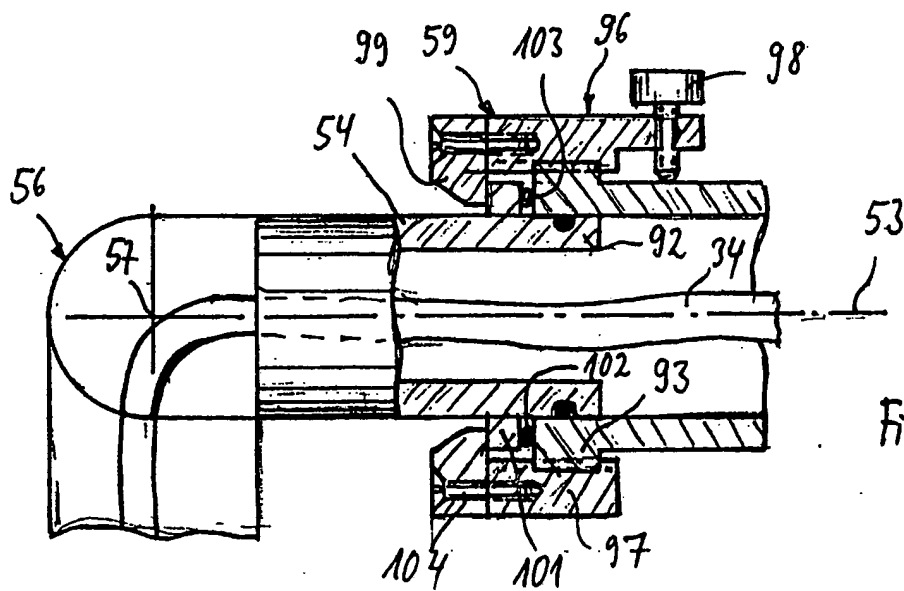


Fig. 2b

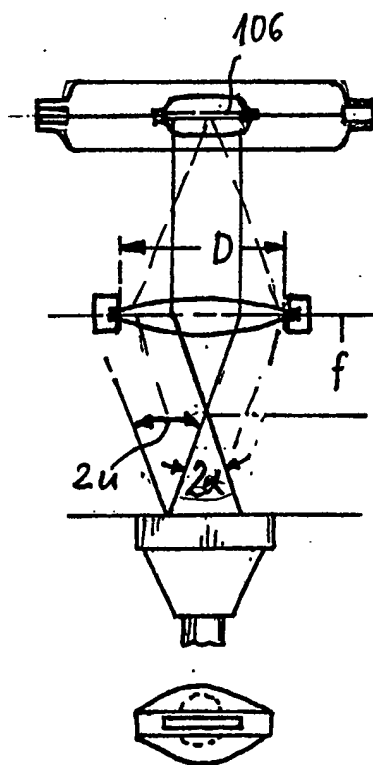
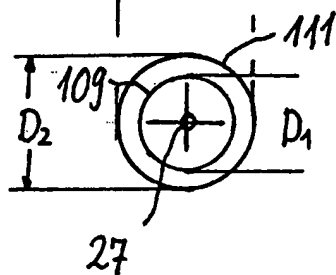
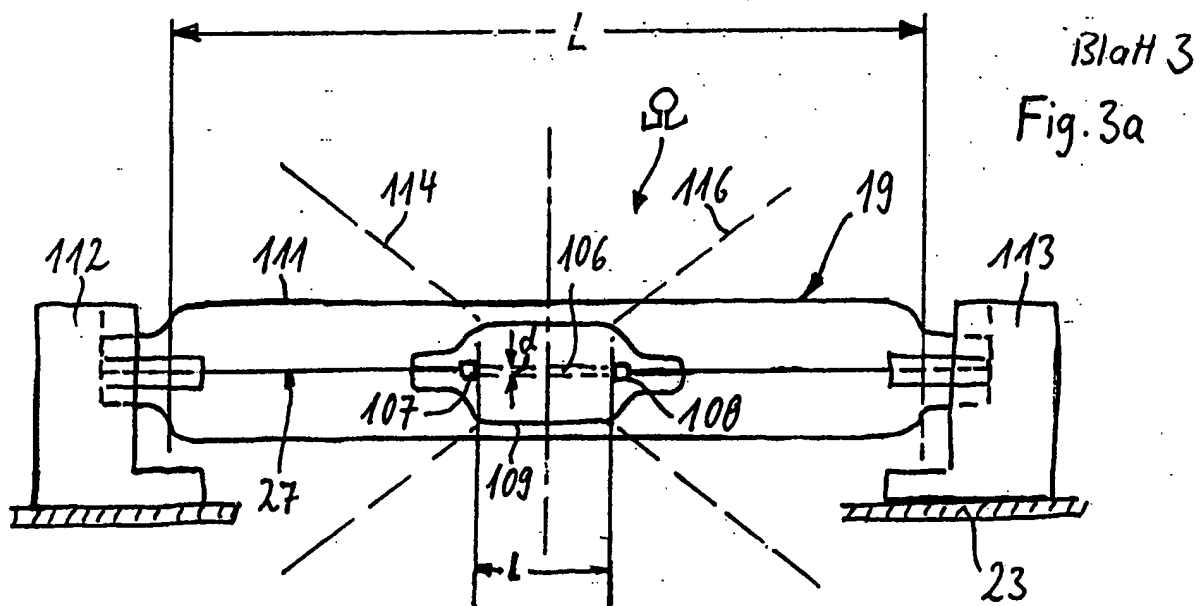
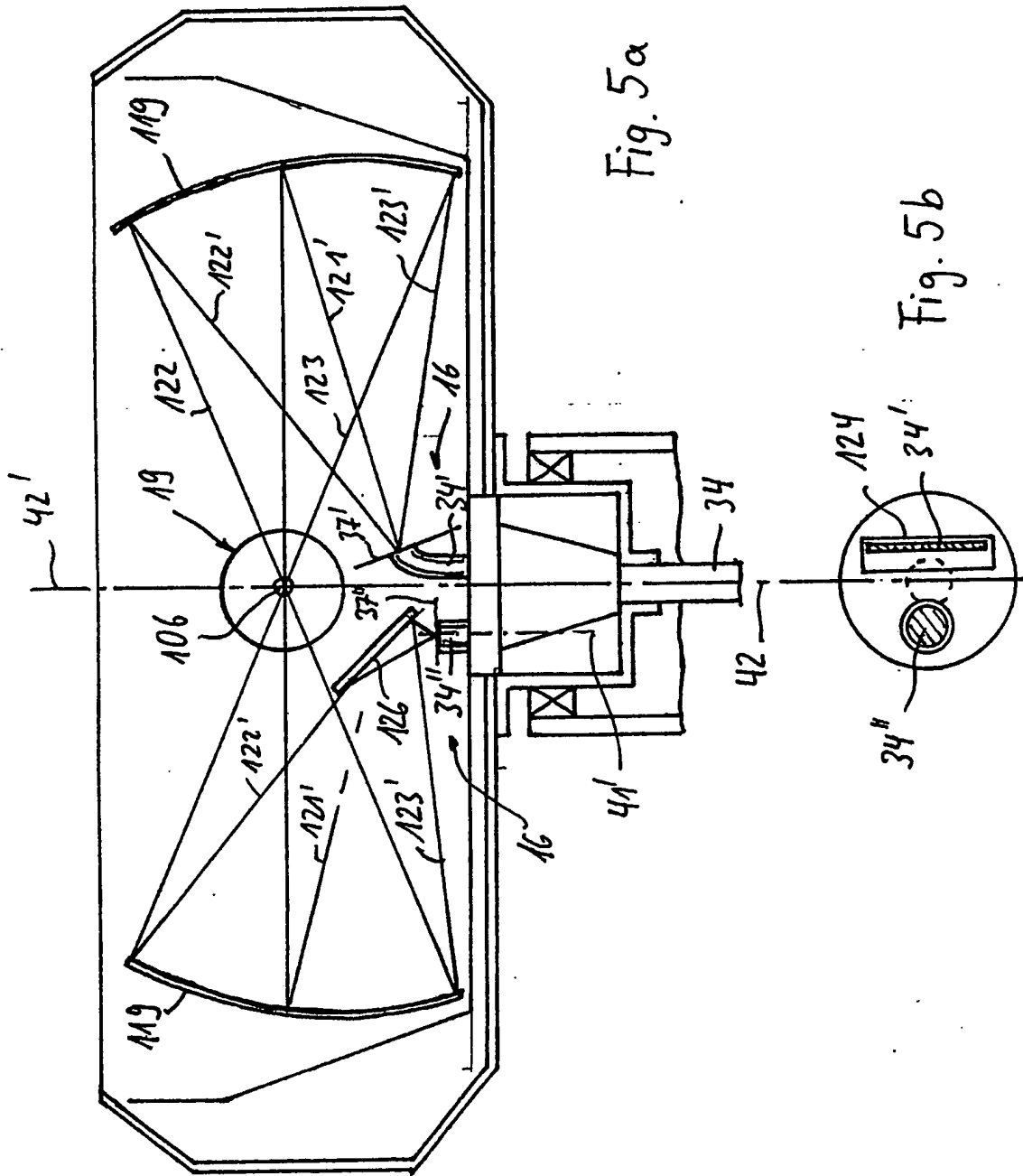
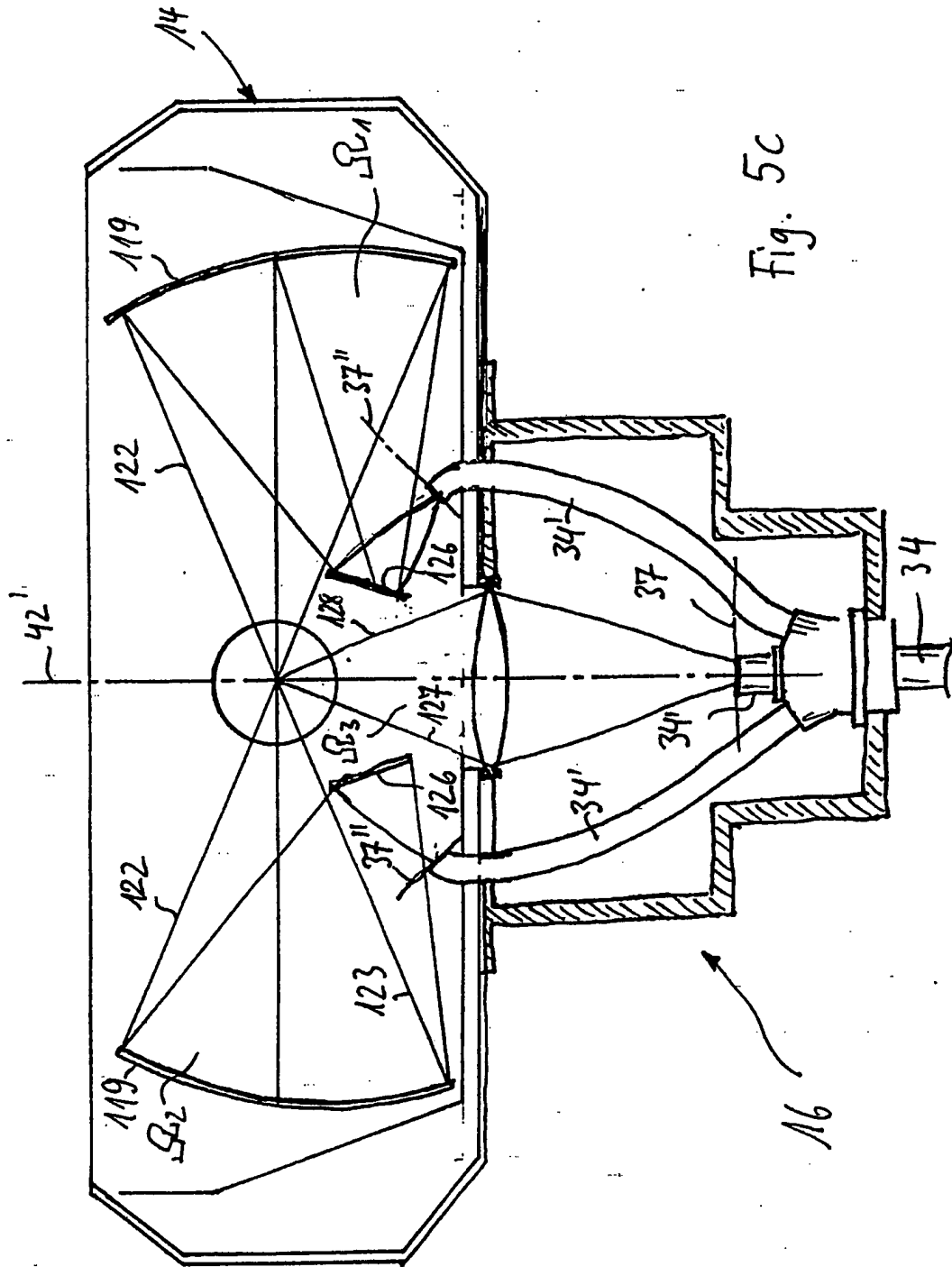


Fig. 4b

3041910

P85114
Blatt 4





P 85114
R/c# 6

3641910

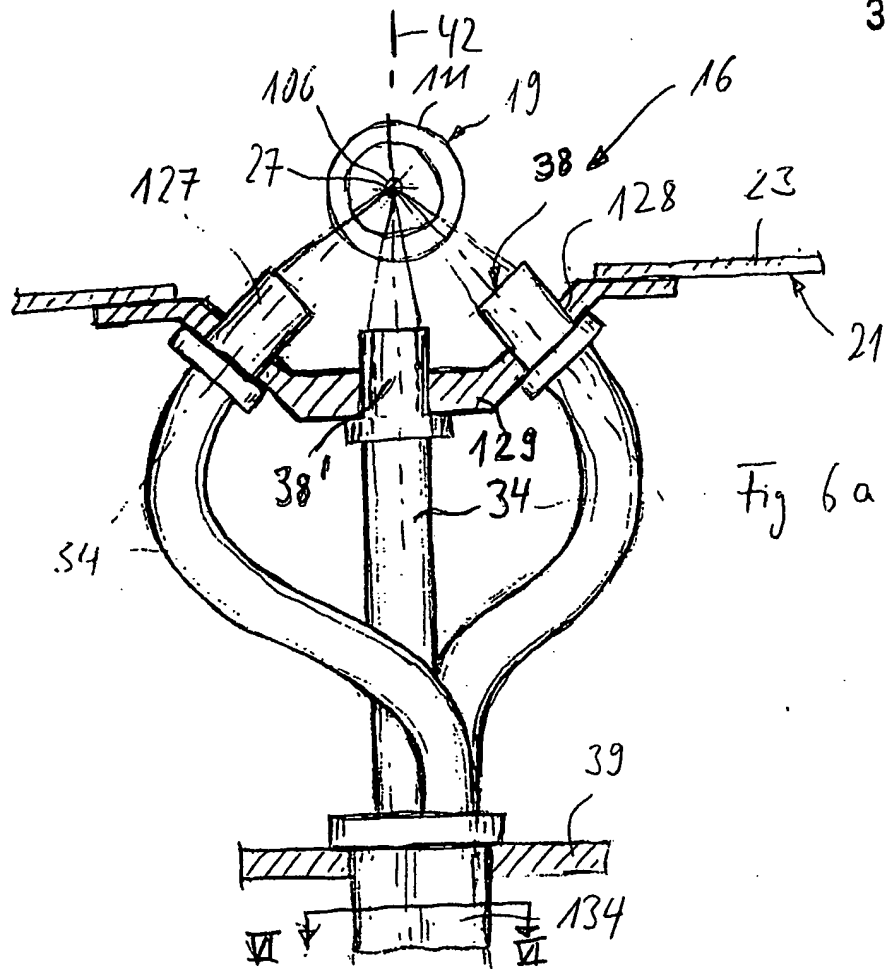


Fig 6a

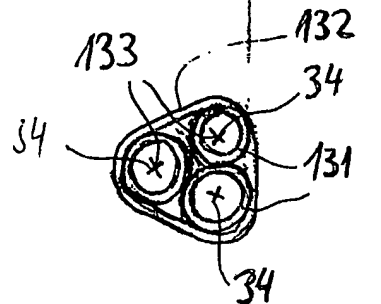


Fig 6b

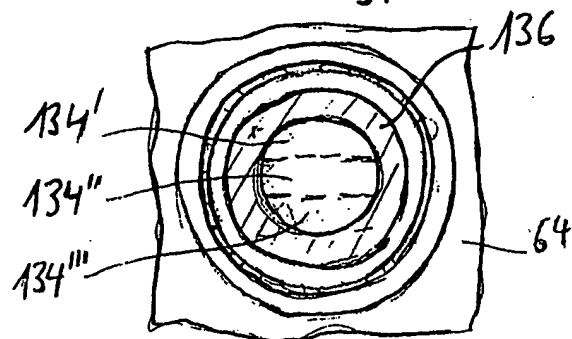


Fig. 6c

